

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-021362

(43)Date of publication of application : 21.01.1997 ~

(51)Int.Cl.

F02M 27/02

F02M 69/04

(21)Application number : 07-170654

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 06.07.1995

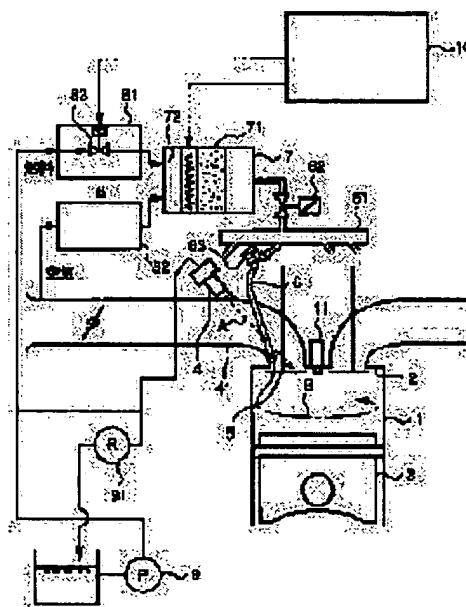
(72)Inventor : OSUGA MINORU
OYAMA TAKASHIGE
KOMURO RYOICHI

(54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To feed a reformed gas sufficiently to the quenching layer of the combustion chamber of an internal combustion engine which uses a hydrocarbon as the fuel, by making the reformed gas collide directly with the inner wall of a cylinder, and distributing the main fuel at the center of the cylinder and the reformed gas around the center of the cylinder respectively.

SOLUTION: Together with the starting of an engine, a control unit 10 opens a solenoid valve 83, delivers a fuel to the catalyst 71 of a reformer 7, and a heater 72 heats the catalyst 71. An air amount control unit 82 delivers a specific amount of air to the catalyst 71. A hydrocarbon fuel is reformed there by the function of the catalyst 71, so as to produce H₂ and CO. A nozzle 6 is installed to direct in the advancing direction of a swirl, and to make the gas collide with the inner wall of a cylinder 1. The reformed gas such as H₂ and CO reformed in the reformer 7 are made collide directly with the inner wall of the cylinder from the nozzle 6, and the main fuel is distributed to the center of the cylinder 1, while the reformed gas is distributed around the center of the cylinder 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 20.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3460391

[Date of registration] 15.08.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] An internal combustion engine characterized by a main fuel having been distributed over a core of said cylinder, and making said reformed gas distributed over the perimeter in an internal combustion engine with a means to supply an injection valve which supplies a main fuel to an engine, a reforming machine which generates reformed gas, and said reformed gas to said engine as said reformed gas collided with a cylinder wall directly.

[Claim 2] An internal combustion engine which had a means to control electrically a fuel for said reforming machine, and an air content, in claim 1, and had a means to have not been concerned with operational status but to control a flow rate of said reformed gas uniformly.

[Claim 3] An internal combustion engine which prepared a nozzle which supplies said reformed gas to an engine in claim 1.

[Claim 4] An internal combustion engine which makes an inclination of said nozzle 45 degrees or more from a medial axis of said cylinder in claim 3.

[Claim 5] An internal combustion engine which prepared a nozzle which spouts said reformed gas near the inlet valve in claim 3.

[Claim 6] An internal combustion engine which prepared opening of said nozzle in an up wall in said cylinder in claim 3.

[Claim 7] An internal combustion engine which prepares two inlet valves in said cylinder, prepares a nozzle which spouts reformed gas near [one / said] the inlet valve, and suspends actuation of another inlet valve at an inhalation-of-air production process in claim 5 in order to give a revolution style to inhalation of air.

[Claim 8] An internal combustion engine which had an inlet-valve starting cam of a configuration which opens and closes said inlet valve gradually in claim 3 in order to give a revolution style to inhalation of air.

[Claim 9] An internal combustion engine which makes adjustable a supply stage to said cylinder of reformed gas in claim 1.

[Claim 10] An internal combustion engine which does the engine-speed synchronization of the supply stage to said cylinder of reformed gas, and carries out to adjustable in claim 9.

[Claim 11] An internal combustion engine which performs a supply stage to said cylinder of reformed gas to adjustable in claim 10 according to an environmental change.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the internal combustion engine which uses a hydrocarbon as a fuel.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the internal combustion engine which uses a hydrocarbon as a fuel, a resolution layer is made near the cylinder wall. As for many of fuels in a resolution layer, the discharge as a fuel of non-** is not avoided. This is because a flame goes out in a resolution layer. In order to avoid this, the method which injects a fuel is in a cylinder. However, mixing of air and a fuel is inadequate and it is easy to generate soot. Therefore, the method of preparing a catalyst in an exhaust pipe and oxidizing a hydrocarbon is adopted. However, at the time of starting, when the temperature of a catalyst is low, it does not fully react but the hydrocarbon is emitted. In order to overcome this, a fuel is reformed and the method of supplying the reformed gas is proposed (JP,3-145558,A, JP,3-145559,A, JP,2-161163,A). However, in order to reform a lot of fuels, there is a defect which the weight of a vehicle increases and causes the increase of fuel consumption by that it is necessary to equip with a large-sized catalytic converter and a device being complicated.

[0003] Moreover, 123 pages -128 pages "catalyst engine of symposium [/ 8th internal combustion engine] lecture collected works ('90-1- 24, 25, Tokyo, the Japan Society of Mechanical Engineers) to new concept" towards Diesel engine low-pollution-ization While reforming some fuels, generating the reformed gas containing hydrogen and improving a diesel combustion process using this reformed gas, ammonia is compounded from the hydrogen in reformed gas, and the method of disassembling the nitrogen oxides discharged from an engine by reduction processing is indicated. However, there is the following defect.

[0004] (1) Since it is injected in [after reformed gas's pressurizing] a cylinder, the energy loss accompanying compression is large.

[0005] (2) Liquefied excretions, such as water and a non-decomposed hydrocarbon, are contained in reformed gas, and degrade the endurance of the injection valve in a cylinder.

[0006] (3) Carbon is contained in reformed gas, this deposits and burns on the catalyst surface, and a catalyst heat-deteriorates. Although water addition is performed in order to avoid this, it takes the time and effort which another ** a water tank.

[0007] (4) Since reformed gas is injected at the anaphase of gas oil combustion, an injection system becomes a duplex and becomes complicated.

[0008] (5) The ammonia emitted from an exhaust pipe at the time of acceleration increases.

[0009] (6) Since about 5% of fuel quantity is reformed and others are injected from the conventional fuel injection valve, generating of soot etc. cannot be made for there to be nothing.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the system using conventional reformed gas, since reformed gas was supplied into the fuel before going into a cylinder, the trouble that reformed gas did not spread was in the portion of the resolution layer in a cylinder. The purpose of this invention is enabling it to fully supply reformed gas (for example, H₂, CO, etc.) to the resolution layer of the combustion chamber of the internal combustion engine which uses a hydrocarbon as a fuel.

[0011]

[Means for Solving the Problem] Requirements for this invention are to build to stability a layer of gas which does not contain a hydrocarbon on a cylinder wall and a piston wall surface.

[0012] A method of revolving a resolution layer in a cylinder in gaseous mixture to radial as a means which builds a

stable gas reservoir, and forcing a gas reservoir on a wall surface using centrifugal force is effective. Generation of turbulence by SUKYUSSHI which prevents diffusion of a gas reservoir by large-scale turbulent flow in a cylinder, and is produced in a crevice between the cylinder head and a piston is prevented. Therefore, a configuration of a combustion chamber attaches near to a pancake, and attaches swirl equipment to inhalation of air. Swirl equipment has a method of preparing a shroud, a method of ****ing an inhalation-of-air path, a method of preparing a swirl control valve, and a method of preparing an auxiliary nozzle in an inlet valve. When the direction of an auxiliary nozzle which supplies reformed gas to a cylinder is turned to a wall surface of a cylinder, and an inclination from a cylinder medial axis is made into 45 degrees or more and an inlet valve opens, it is made for reformed gas to collide to a direct cylinder. Thereby, a thin film of reformed gas is formed in a cylinder wall. When an angle of inclination is small, a film by which a collision of reformed gas which came out of an auxiliary nozzle was become weaker and stabilized becomes impossible. Moreover, gas flows too much to a direction of a piston, and a film of gas of the cylinder head becomes thin.

[0013] Moreover, a manufacture method of reformed gas has the methods of building hydrogen from a hydrocarbon fuel, such as a method (bibliography, catalyst engine the new concept towards Diesel engine low-pollution-ization, symposium [/ 8th internal combustion engine] lecture collected works, 90-1- 24, 25, Tokyo, the Japan Society of Mechanical Engineers), and exhaust gas reforming (bibliography M.R.Jones, Thermodynamic feasibility studies of the exhaustgas reforming of fuels, IMechE 1990, C 394/014). In order to build gas effectively at this time, it is necessary to control correctly fuel quantity, an air content, or the amount of exhaust gas.

[0014]

[Function] It is in this invention supplying a reforming fuel only to the resolution layer of a combustion chamber, and decreasing the unburnt matter of a hydrocarbon with little reformed gas, without equipping with a large-sized catalytic converter. The gas of a resolution layer is hydrogen or a carbon monoxide, and the hydrocarbon of the inside surrounded by the gas reservoir burns completely. A gas reservoir with a thickness of less than several mm is held in an operation of centrifugal force by making it circle in gaseous mixture at stability.

[0015] What is necessary is just to reform the fuel of 3.5 % at the time of operation of 600 revolutions per minute. Since the electrode of an ignition plug is in a reformed gas layer, ignition improves compared with the former. It can also be prevented that a lubricating oil is diluted with a hydrocarbon fuel.

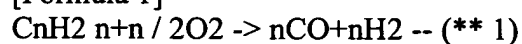
[0016]

[Example] A drawing explains the example of this invention to details. In drawing 1 , as for a cylinder 1, usual is cylindrical, and the even arm head 2 which SUKYUSHU does not produce, and the even piston 3 are arranged. The well-known fuel injection valve 4 is formed near the inlet valve 5. The gas nozzle 6 is formed near the inlet valve 5 of each cylinder. The nozzle 6 has turned to the travelling direction of a swirl. Moreover, a nozzle 6 is attached so that gas may collide with a cylinder wall. The fuel reforming machine 7 is attached in the upstream of the tee 61 of the upstream of a nozzle 6. The fuel-air content control unit 8 is in the upstream of the reforming machine 7. The reforming machine 7 consists of a catalyst 71 and a heater 72.

[0017] The control unit 8 consists of a fuel quantity controller 81 and an air content controller 82. A controller 81 contains a solenoid valve 83. The time amount of turning on and off of a valve 83 is changed, and fuel quantity is controlled. A fuel is sent to a controller from a fuel pump 9. A solenoid valve is controlled by the control unit 10. Fuel pressure is 300kPa(s). If ON time amount of a valve 83 is lengthened, fuel quantity will increase.

[0018] If an engine starting switch is turned on, a unit 10 will send a fuel for a valve 83 to the catalyst 71 of an aperture and the reforming machine 7. On the other hand, the current of a heater 72 flows and a catalyst is heated. The air content controller 82 operates and predetermined air is sent to a catalyst 71. Reforming of the hydrocarbon fuel is carried out in an operation of a catalyst 71 by this, and hydrogen and a carbon monoxide are built. These gas is distributed to each nozzle 6. The details are shown in the reforming machine 7 at drawing 6 using a well-known partial oxidation method. Since this reaction is exothermic reaction, it does not need to apply a lot of heat from the outside. Hydrocarbon C_nH_{2n} and oxygen O_2 It reacts and is [0019].

[Formula 1]



CO and H₂ It is generated.

[0020] With a pump 25, the fuel of a fuel tank 76 is pressurized by 20-30kPa, and is sent to an evaporator 13. The evaporator 13 is heated by about 300 degrees C by the electric heater. Air is heated with the starting space heater 14, is a temperature up and a mixing chamber 15, and is mixed with a fuel by 300 degrees C. Reforming of the gaseous mixture is carried out with a catalytic converter 16, it passes along a heat exchanger 17, and arrives at the reforming machine outlet 18. The converter 16 is filled up with 100 cc of catalysts of a nickel system. Air is pressurized by the air pump 19,

and a temperature up is carried out by the heat exchanger 17, and it is supplied to a mixing chamber 15.

[0021] If set the air-fuel ratio in a mixing chamber 15 to 15, a reaction is made to start by the claw plug 20 and the temperature of the outlet of a converter 16 amounts to 600 degrees C at the time of starting, an air-fuel ratio will be made into the five neighborhoods, and it is H₂. Yield is raised. If the temperature up of the converter 16 is carried out enough, a fuel cap valve 22 will be opened wide, a fuel will be heated with the heat of a converter 16, and the current of the heater of an evaporator 13 will be intercepted.

[0022] In reformed gas, it is H₂. 20% and CO are 20% and CO₂. 4% and O₂ 0.2% and N₂ It is contained 56%.

[0023] The usual injection valve 4 is attached in the inlet pipe 41 in drawing 1. The pressure of the fuel which acts on a valve 4 is controlled by the regulator 91. The fuel which is proportional to an air content also from an injection valve 4 is supplied to a cylinder 1. Since the jet of an injection valve 4 has turned to the ignition plug 11 of an inlet valve 5 as A of drawing 1 shows, it is supplied to the center section of the cylinder 1. On the other hand, the hydrogen gas which blew off from the gas nozzle 6 is supplied so that the wall surface of a cylinder 1 may be met like B. Therefore, the surface of a cylinder 1, an arm head 2, and a piston 3 is covered by the thin film of hydrogen gas.

[0024] The thickness of the resolution layer of a wall surface is about 1mm. When the diameter of a boar of a cylinder 1 is set to 70mm and a stroke is now set to 70mm, the capacity of a cylinder 1 is 3 267cm. It becomes. On the other hand, the capacity of a resolution layer is 3 23cm. It becomes.

[0025] They are now and a fuel C₈H₁₆ If it carries out, eight-mol hydrogen will be made from an one-mol fuel. The weight of one mol of fuels is 112g. Since air becomes these 10 times, it is set to 1120g. This becomes about 40 mols. In drawing 2, the capacity of the resolution layer 12 is 8.6 %. therefore -- if 8.6 % is changed into hydrogen among fuels and the resolution layer 12 is supplied -- homogeneity -- gaseous mixture is formed in a cylinder 1. As stated above, as for the case of hydrogen, a mol increases compared with a gasoline. That is, if the hydrogen generated in the resolution layer is supplied, since the capacity of gaseous mixture will increase, the resolution layer 12 can be formed with fuels [in practice] fewer than this. Moreover, since the **** range is wide compared with a gasoline, hydrogen can lessen the rate of a fuel.

[0026] The rate of the gas of the bulk 28 in a cylinder 1 is one mol of gasolines to 40 mols of air. Therefore, the capacity to a gasoline 1 is 41. On the other hand, the capacity to the gasoline 1 8 of the resolution layer 12, i.e., hydrogen, is set to 48. That is, capacity increases about 20%. If thickness of the resolution layer 12 is made the same, the fuel of the resolution layer 12 will be reduced about 20%. Since the percentage of the resolution layer 12 is 8.6%, it can reduce 1.72% of fuel. Furthermore, since the **** range of hydrogen is wide, the concentration of the fuel in the resolution layer 12 can be reduced. It is a flammable range even if it makes this into one half, although the fuel of 6.9 % exists in the resolution layer 12. Therefore, the fuel of 3.5 % can be reduced further.

[0027] What is necessary is just to supply the fuel of 3.5 % to the resolution layer 12, since a gasoline is supplied to bulk 28. Moreover, since the thickness of the resolution layer 12 becomes small in inverse proportion to a rotational frequency at the time of high-speed operation, there may be few amounts of hydrogen. 600rpm When the fuel at the time is set to 1, as shown in drawing 3, the hydrogen at that time is 0.035. Although a fuel is set to 10 at the time of 600rpm, since the thickness of 3.5% of the resolution layer instead of 0.35 is 1/10, hydrogen ends by 0.034. Therefore, what is necessary is not to be concerned with operational status but just to always supply the fuel of the rate of 0.035 from the reforming machine 7. Rotation is 600rpm. At the time of low starting, the resolution layer 12 becomes thick, and survival of a hydrocarbon fuel is prevented completely.

[0028] A gas nozzle 6 is attached with the inclination of E to the medial axis C of a cylinder 1 by drawing 4. Therefore, gas stream B collides with D of a cylinder 1, becomes a film vertically and horizontally and spreads. D is near where the inhalation-of-air style G which is in a cylinder 1 through an inlet valve 5 as shown in drawing 4 branches up and down. E is 45 degrees or more. If smaller than this, the amount of the gas which goes up will decrease and the resolution layer 12 of the cylinder head will become thin. The configuration which saw the cylinder 1 from the upper part is shown in drawing 5. Gas stream B of a nozzle 6 collides with a wall surface D, and is passed by Swirl F along with a wall surface.

[0029] When another inlet valve 51 is formed in the cylinder 1 by drawing 5, in order to prevent that the swirl of an inlet valve 5 becomes weak, actuation of an inlet valve 51 is suspended at the time of low r.p.m. operation.

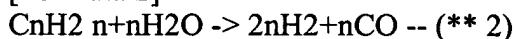
[0030] The amount of the fuel supplied to the reforming machine 7 is not concerned with operational status, but since it is fixed, it can build the always stabilized gas. When the pressure of the reforming machine 7 was set to 200kPa(s) and the pressure of an inlet pipe 41 changes with operational status, the flow rate from a nozzle 6 changes. The pressure of an inlet pipe 41 becomes high with a heavy load, and a flow rate falls. However, since combustion becomes early and the thickness of a resolution layer is also thin at this time, it is convenient. A pressure controller 62 is formed in the lower stream of a river of the reforming machine 7 by drawing 1, and it is not concerned with fluctuation of the

pressure of an inlet pipe 41, but the pressure of the reforming machine 7 is maintained uniformly. At this time, the air content / fuel quantity ratio which are uniformly maintained by the reforming machine with the air content controller 82 and the fuel quantity controller 81. This ratio is about five. Since the temperature of the reforming machine 7 changes somewhat at this time, it maintains to constant temperature at a heater 72.

[0031] In order to make the amount of reformed gas regularity, a flow control valve 63 is controlled according to fluctuation of the pressure of an inlet pipe 41, and a flow rate is fixed. If the air content and fuel quantity which are supplied from the air content controller 82 and the fuel quantity controller 81 at this time are fixed, the pressure of the reforming machine 7 and temperature are maintained uniformly. Since the pressure of the reforming machine 7 and temperature do not change with operational status, it is not concerned with operational status but fixed reformed gas is supplied with a cylinder 1. However, since it is generally behind to change of an air content, the closed loop control of the direction of a main fuel is carried out so that the concentration of the exhaust gas of the catalyst attached in the exhaust pipe may become a chemically correct mixture ratio. Although it is controlled by the chemically correct mixture ratio when the catalyst of exhaust air is a three way component catalyst, it may control to the other predetermined mixing ratio. The closed loop control of the air-fuel ratio is carried out about by 22 to 25 at the time of lean-mixture operation.

[0032] The example which equipped the engine with another reforming machine 30 at drawing 7 is shown. The well-known fuel reforming method is used for the reforming machine 30. This is water H₂O required for a reaction from exhaust gas. Heat is obtained and it is made to react according to a reforming catalyst 36. Hydrocarbon C_nH_{2n} and water H₂O react, and it is [0033].

[Formula 2]



Hydrogen H₂ A carbon monoxide CO is generated.

[0034] The introductory pipes 32 and 33 formed in the exhaust pipe 31 side introduce exhaust gas into the reforming machine 30 according to the exhaust-air-pressure force. As for the exhaust gas introduced from the introductory pipe 32, a constant rate is sent to a pipe 101 by the flow control valve 34. It is pressurized with a pump 93 and a constant rate is sent to the fuel heating tube 39 by the flow control valve 105, and the fuel of a fuel tank 113 serves as gaseous mixture with a pipe 101, and is sent to the heat-conduction pipe 106. On the other hand, the exhaust gas introduced from the introductory pipe 33 heats the heat-conduction pipe 106 and the fuel heating tube 39, and is discharged from an exhaust pipe 38. From the heat-conduction pipe 106, the reforming catalyst 36 by which interior was carried out into the heat-conduction pipe 106 carries out reception activation of the heat, reforms gaseous mixture, and generates hydrogen and a carbon monoxide. When there is no temperature of the reforming catalyst 36 including the time of starting in sufficient temperature zone to cause a reforming reaction, the heating heaters 37a and 37b and a flow control valve 35 are started, and temperature is controlled by the control unit 50. The generated reformed gas is similarly supplied to a cylinder 1 from a nozzle 6 through a tee 61. A pipe 38 joins an exhaust pipe 31 in the location distant from the introductory pipe 33. Moreover, the exhaust gas used for heating can be effectively returned to an exhaust pipe 31 from a pipe 38 by making the unification section 53 into the structure of the Venturi tube.

[0035] The example over claim 8 is shown. If whenever [disconnection / of an inlet valve 5] is small as an internal combustion engine's inhalation process as shown in drawing 1 shows to drawing 8 (a), the rate of flow of inhalation air is large, and if whenever [open] is large as shown in drawing 8 (b), the rate of flow of inhalation air is small. Then, as shown in drawing 9, in initial 66 of inlet-valve disconnection a, whenever [disconnection / of an inlet valve] is made more smallish, the flow of high-speed inhalation air is induced, and a powerful swirl is generated in a cylinder. While injecting many of main fuels immediately after this and promoting the atomization of a main fuel by the high-speed style, invasion in the resolution layer of a main fuel is reduced. In inlet-valve disconnection anaphase 66b, whenever [disconnection / of an inlet valve] is enlarged and a required air flow rate is secured. The operation equipment is shown in drawing 10. What is necessary is just to carry out the configuration of the cam 125 which starts an inlet valve like the cross-section configuration 121 of a cam with a stage from the cross-section configuration 120 of the conventional cam, in order to change whenever [disconnection / of an inlet valve 5]. Configuration modification of a cam changes a stepless story even to the cross-section configuration which need by carrying out by making the cam attachment shaft 124 slide to the hand of cut and perpendicular direction of a cam. Two or more are sufficient as the number of stages.

[0036] The example over claim 6 is shown in drawing 11. As for a cylinder 1, usual is cylindrical, and the even arm head 2 which SUKUYUSHU does not produce, and the even piston 3 are arranged. The well-known fuel injection valve 4 is formed near the inlet valve 5. A nozzle 140 is attached in the up wall in each cylinder so that reformed gas may carry out a direct incidence collision at the angle of 45 degrees or more at cylinder 1 wall surface, and the check valve 141, the flow control valve 142, and the fuel reforming machine 7 are formed in the upstream. A flow control valve 142

operates synchronizing with a fuel injection valve 4. Moreover, a check valve 141 prevents the back flow out of a cylinder. The reformed gas injected from the gas nozzle 140 collides with a cylinder 1, it is supplied so that the wall surface of a cylinder 1, an arm head 2, and a piston 3 may be met, and it is covered by the film of reformed gas. The fuel reforming machine 7 may be the reforming machine 30. A nozzle 140 may give revolution parallel to the cylinder head, as shown in drawing 12 . Moreover, there may be two or more nozzles.

[0037] The example over claims 9, 10, and 11 is shown. By performing reformed gas covering an inhalation-of-air process at large in an internal combustion engine's inhalation process as shown in drawing 1 , as shown in drawing 13 (a), the reformed gas layer 145 can be generated in a resolution layer at large [in a cylinder], and a main-fuel layer can be generated to the inside. As shown in drawing 13 (b), the reformed gas layer 145 is [near / piston 3 / the resolution layer in a cylinder] generable by performing reformed gas in the first half of an inhalation-of-air process. As shown in drawing 13 (c), the reformed gas layer 145 is generable near the cylinder wall of the resolution layer in a cylinder by performing reformed gas in the middle of an inhalation-of-air process. As shown in drawing 13 (d), the reformed gas layer 145 is [near / head 2 / the resolution layer in a cylinder] generable by performing reformed gas in the second half of an inhalation-of-air process. Generating a reformed gas layer to the ignition plug 11 neighborhood can raise ignitability, when ignitability [of main fuels, such as the time of starting,] is bad. As shown in drawing 13 (e), the reformed gas layer 145 is generable near [head 2] the resolution layer in a cylinder, and to the piston 3 neighborhood by dividing reformed gas into the first half of an inhalation-of-air process, and an anaphase, and performing it. A circuit diagram is shown in drawing 14 . According to an operation condition, control control of a fuel injection valve and the reformed gas injection valve is carried out by CPU.

[0038]

[Effect of the Invention] Discharge of a hydrocarbon can be stably reduced with little reformed gas, without equipping with a large-sized catalytic converter in an internal combustion engine by this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

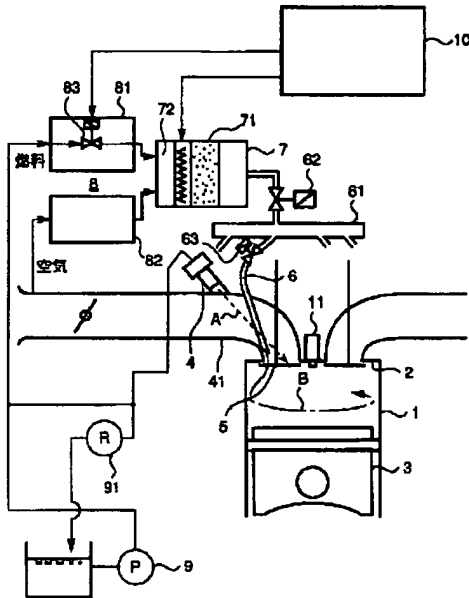
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

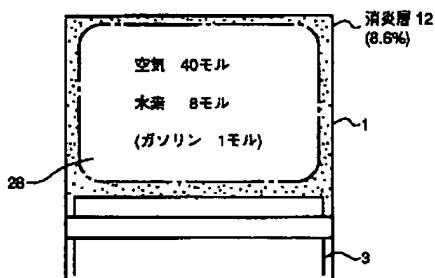
[Drawing 1]

図 1



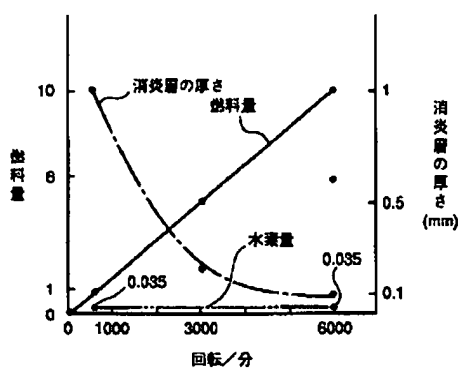
[Drawing 2]

図 2



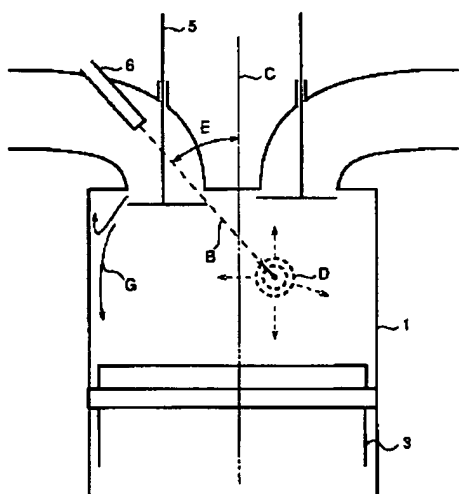
[Drawing 3]

図 3



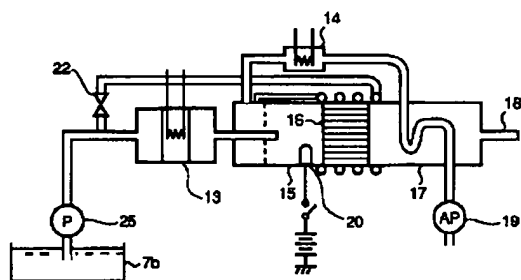
[Drawing 4]

図 4



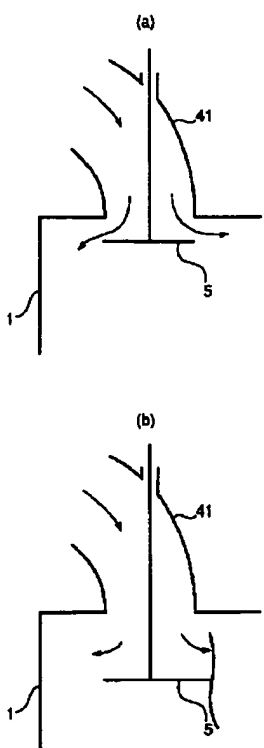
[Drawing 6]

図 6



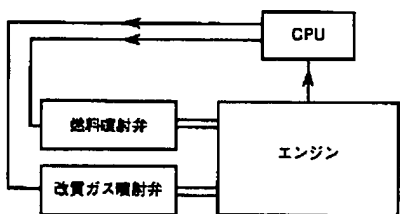
[Drawing 8]

図 8



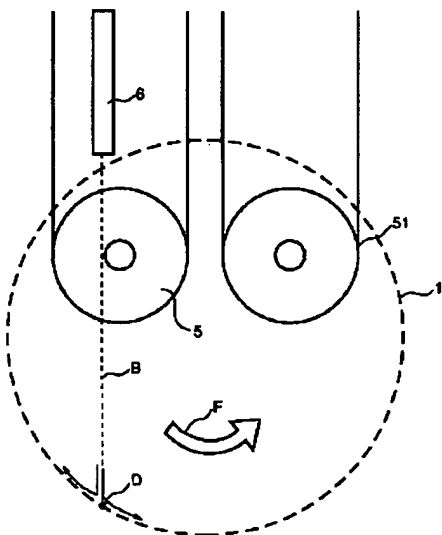
[Drawing 15]

図 15



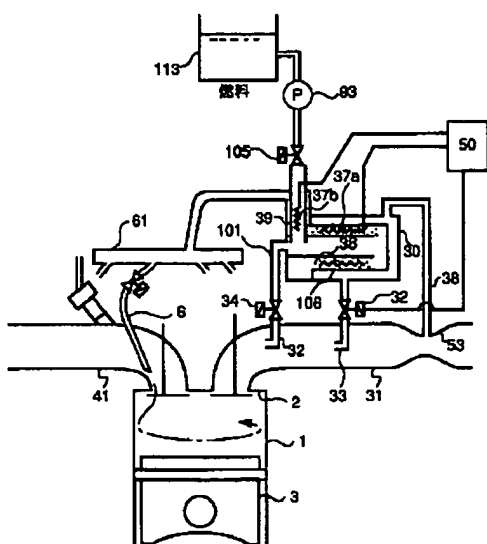
[Drawing 5]

図 5



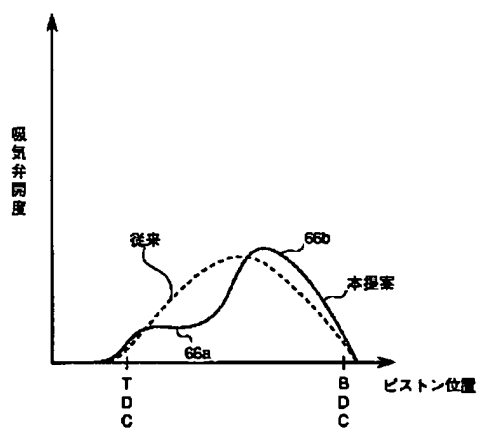
[Drawing 7]

図 7



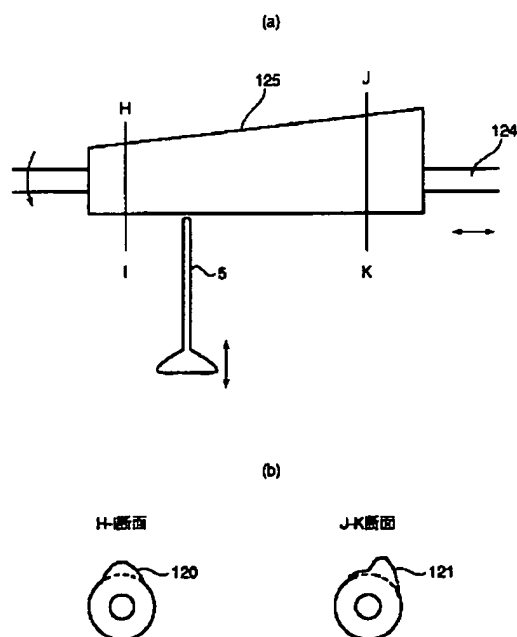
[Drawing 9]

図 9



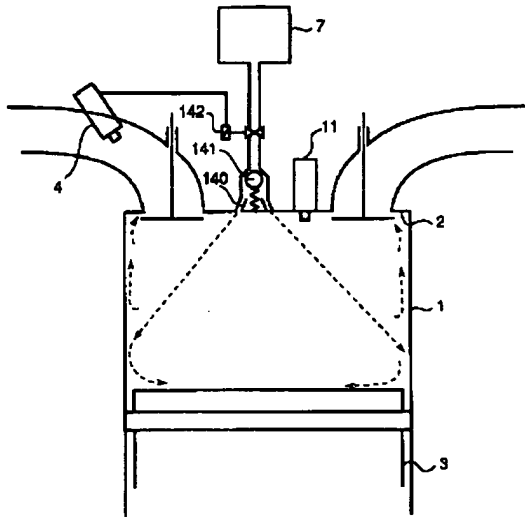
[Drawing 10]

図 10



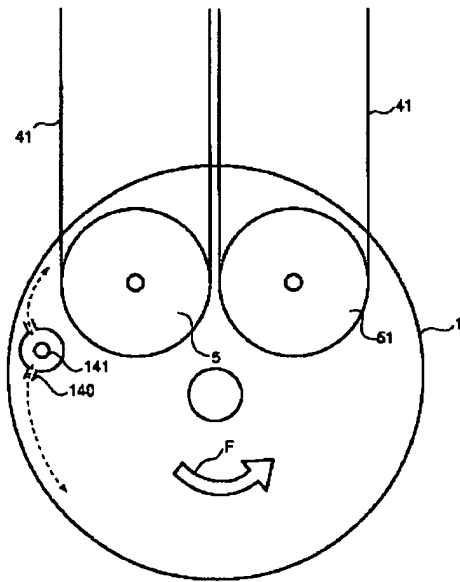
[Drawing 11]

11



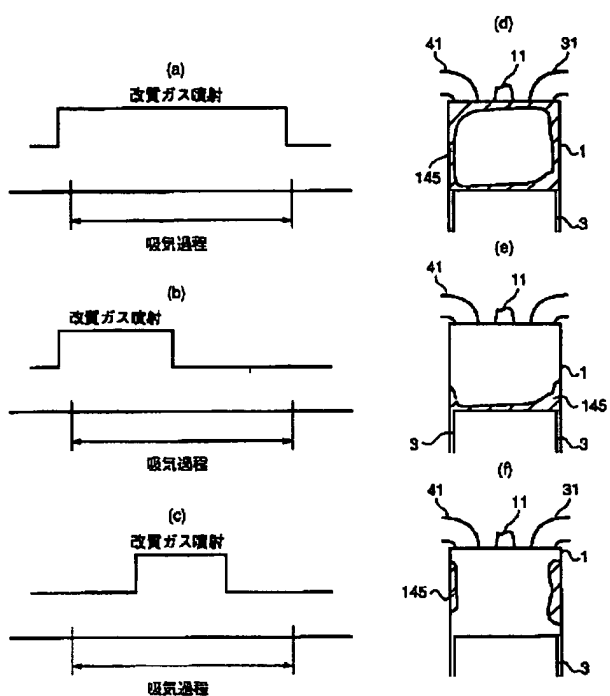
[Drawing 12]

12



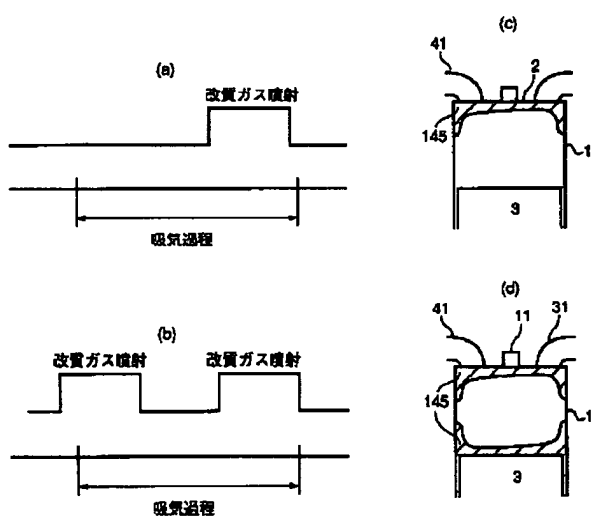
[Drawing 13]

図 13



[Drawing 14]

図 14



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-21362

(43) 公開日 平成9年(1997)1月21日

(51) Int.Cl.⁶F 0 2 M 27/02
69/04

識別記号

庁内整理番号

F I

F 0 2 M 27/02
69/04

技術表示箇所

G
R

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平7-170654

(22) 出願日

平成7年(1995)7月6日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 大須賀 稔

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 大山 宜茂

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 古室 亮一

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

株式会社日立製作所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

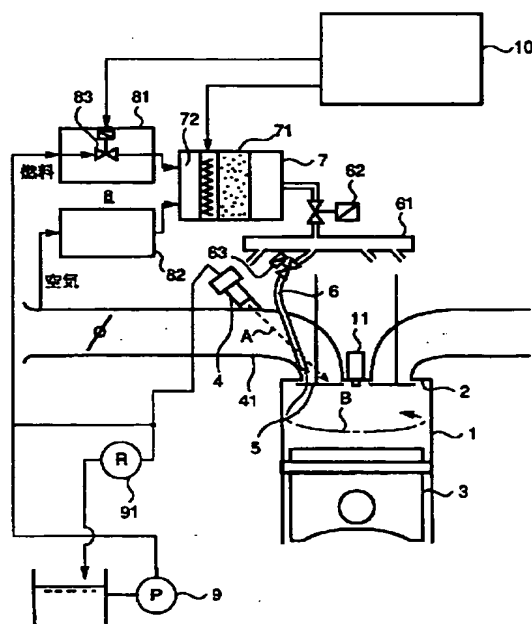
(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【要約】

【構成】 エンジンの始動スイッチが入るとユニット10が弁83を開き、改質器7の触媒71に燃料を送る。一方、ヒータ72の電流が流れ触媒を加熱し、温度を制御する。空気量制御器82が作動し所定の空気を触媒71に送る。これにより触媒71の作用で炭化水素燃料が改質され水素と一酸化炭素が造られる。これらのガスは各ノズル6に分配される。ガスノズル6から噴出した水素ガスはBのようにシリンダ1の壁面に沿うように供給され、その結果、シリンダ1、ヘッド2、ピストン3の表面は水素ガスの薄い膜でおおわれる。

【効果】 内燃機関において、大型の触媒コンパートを装着することなく炭化水素の排出を安定的に低減することができる。

図 1



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】主燃料をエンジンに供給する噴射弁、改質ガスを生成する改質器および前記改質ガスを前記エンジンに供給する手段を有した内燃機関において、前記改質ガスがシリンダ内壁に直接衝突するようにして、前記シリンダの中心部に主燃料、その周囲に前記改質ガスを分布するようにしたことを特徴とする内燃機関。

【請求項2】請求項1において、前記改質器の燃料、空気量を電氣的に制御する手段を備え、前記改質ガスの流量を運転状態に関わらず一定に制御する手段を備えた内燃機関。

【請求項3】請求項1において、前記改質ガスをエンジンに供給するノズルを設けた内燃機関。

【請求項4】請求項3において、前記ノズルの傾きを前記シリンダの中心軸から45度以上にする内燃機関。

【請求項5】請求項3において、前記改質ガスを噴出するノズルを吸気弁近くに設けた内燃機関。

【請求項6】請求項3において、前記ノズルの開口部を前記シリンダ内の上部壁に設けた内燃機関。

【請求項7】請求項5において、吸気に旋回流を与えるために、前記シリンダに2吸気弁を設け、一方の前記吸気弁近くに改質ガスを噴出するノズルを設け、もう一方の吸気弁の動作を吸気工程に停止する内燃機関。

【請求項8】請求項3において、吸気に旋回流を与えるために、前記吸気弁の開閉を段階的に行うような形状の吸気弁起動カムを備えた内燃機関。

【請求項9】請求項1において、改質ガスの前記シリンダへの供給時期を可変とする内燃機関。

【請求項10】請求項9において、改質ガスの前記シリンダへの供給時期をエンジン回転数同期して可変に行う内燃機関。

【請求項11】請求項10において、改質ガスの前記シリンダへの供給時期を環境の変化に応じて可変に行う内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は炭化水素を燃料とする内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】炭化水素を燃料とする内燃機関では、シリンダ内壁近くに消炎層ができる。消炎層内の燃料の多くは未燃の燃料としての排出が避けられない。これは消炎層で火炎が消えるからである。これを回避するため筒内に燃料を噴射する方式がある。しかし、空気と燃料の混合が不十分ですすを発生し易い。従って、排気管に触媒を設け炭化水素を酸化する方法が採用されている。しかし始動時触媒の温度が低いときは充分に反応せず炭化水素が放出されている。これを打開するため燃料を改質し、改質したガスを供給する方法が提案されている（特開平3-145558号、特開平3-145559号、特開平2-161163

2

号公報）。しかし、大量の燃料を改質するためには大型の触媒コンバータを装着する必要があることと機構が複雑なことにより、車の重さが増大し燃費増を招く欠点がある。

【0003】また、第8回内燃機関合同シンポジウム講演論文集（'90-1-24, 25, 東京, 日本機械学会）の123頁-128頁の“触媒エンジン……ディーゼル機関低公害化へ向けての新しいコンセプト”に、燃料の一部を改質して、水素を含む改質ガスを発生させ、この改質ガスを用いて、ディーゼル燃焼プロセスを改善すると共に、改質ガス中の水素からアンモニアを合成して、エンジンから排出される窒素酸化物を還元処理により分解する方法が開示されている。しかし、下記の欠点がある。

【0004】（1）改質ガスが加圧後、筒内に噴射されるので、圧縮に伴うエネルギー損失が大きい。

【0005】（2）改質ガス中に、水や未分解炭化水素等の液状排出物が含まれ、筒内噴射弁の耐久性を劣化させる。

【0006】（3）改質ガス中に、カーボンが含まれ、これが、触媒表面に析出し、燃焼し、触媒が熱劣化する。これを回避するため、水添加を行っているが、水タンクを別置する手間がかかる。

【0007】（4）軽油燃焼の後期に改質ガスを噴射するので、噴射系が2重になり、複雑になる。

【0008】（5）加速時に、排気管から放出されるアンモニアが増大する。

【0009】（6）燃料量の5%程度を改質し、他は、従来の燃料噴射弁から噴射されるので、すす等の発生を皆無にすることはできない。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の改質ガスを用いたシステムでは、シリンダに入る前に燃料中に改質ガスを供給しているので、シリンダ内の消炎層の部分に改質ガスが行き渡らないという問題点があった。本発明の目的は、炭化水素を燃料とする内燃機関の燃焼室の消炎層に改質ガス（例えば、 H_2 、 CO など）を十分に供給できるようにすることである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の要件は炭化水素を含まないガスの層を安定にシリンダ内壁、ピストン壁面上に造ることにある。

【0012】シリンダ内の消炎層に、安定なガス層を造る手段としては混合気を半径方向に旋回させて遠心力を利用してガス層を壁面に押し付ける方法が効果的である。シリンダ内における大規模な乱流によるガス層の拡散を防止しかつシリンダヘッドとピストンとの隙間に生じるスキュッシュによる乱れの生成を防止する。従って燃焼室の形状はパンケーキに近く、吸気にスワール装置を付ける。スワール装置は吸気弁にシュラウドを設ける方

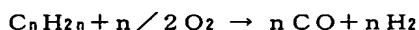
法、吸気通路をねじる方法、スワールコントロールバルブを設ける方法、補助ノズルを設ける方法がある。改質ガスをシリンダに供給する補助ノズルの方向をシリンダの壁面に向けかつシリンダ中心軸からの傾きを45度以上とし吸気弁が開いたときに改質ガスが直接シリンダへ衝突するようにする。これにより改質ガスの薄い膜がシリンダ壁に形成される。傾き角が小さい場合には、補助ノズルからでた改質ガスの衝突が弱まり安定した膜ができなくなる。またガスがピストンの方に流れすぎシリンダヘッドのガスの膜が薄くなる。

【0013】また、改質ガスの製造方法は、炭化水素燃料から水素をつくる方法（参考文献、触媒エンジン……ディーゼル機関低公害化へ向けての新しいコンセプト、第8回内燃機関合同シンポジウム講演論文集、90-1-24, 25, 東京、日本機械学会）や排ガス改質（参考文献 M. R. Jones, Thermodynamic feasibility studies of the exhaustgas reforming of fuels, IMechE 1990, C394/014）などの方法がある。このとき効果的にガスを造るためには燃料量と空気量、あるいは排ガス量を正確に制御する必要がある。

【0014】

【作用】本発明は大型の触媒コンバータを装着することなく、改質燃料を燃焼室の消炎層にのみに供給し、少ない改質ガスで炭化水素の未燃分を減少させることにある。消炎層のガスは水素あるいは一酸化炭素であり、ガス層に囲まれた中の炭化水素は完全に燃焼する。数ミリメートル以内の厚さのガス層は、混合気を旋回させることにより遠心力の作用で安定に保持される。

【0015】600回転/分の運転時の、3.5%の燃料を改質すれば良い。点火プラグの電極が改質ガス層の中にはいるので従来に比べ点火が向上する。潤滑油が炭化水素燃料によって希釈されるのも防止できる。



COとH₂が生成される。

【0020】燃料タンク76の燃料は、ポンプ25によって、20~30kPaに加圧され、蒸発器13に送られる。蒸発器13は、電気ヒータによって300℃程度に加熱されている。空気は、始動補助ヒータ14で加熱され、300℃に昇温、混合室15で、燃料と混合される。混合気は触媒コンバータ16で改質され、熱交換器17を通過して、改質器出口18に達する。コンバータ16にはニッケル系の触媒100ccが充填されている。空気はエアポンプ19によって加圧され、熱交換器17で昇温され、混合室15に供給される。

【0021】始動時、混合室15内の空燃比を1.5にし、クロープラグ20によって、反応を開始させ、コンバータ16の出口の温度が600℃に達したら、空燃比を5付近にし、H₂の収率を高める。コンバータ16が充分昇温されたら、燃料バルブ22を開放し、コンバータ16の熱で燃料を加熱し、蒸発器13のヒータの電流

*【0016】

【実施例】本発明の実施例を図面によって詳細に説明する。図1において、シリンダ1は通常の円筒状でスキューが生じない平らなヘッド2と平らなピストン3が配置されている。吸気弁5の近くに公知の燃料噴射弁4が設けられている。各シリンダの吸気弁5の近くにガスノズル6が設けられている。ノズル6はスワールの進行方向を向いている。またガスがシリンダ壁面に衝突するようにノズル6が取り付けられる。ノズル6の上流の分岐部61の上流に燃料改質器7が取り付けられている。改質器7の上流に燃料-空気量制御装置8がある。改質器7は触媒71とヒータ72から構成されている。

【0017】制御装置8は燃料量制御器81と空気量制御器82から構成されている。制御器81は電磁弁83を含む。弁83のオンオフの時間を変えて燃料量を制御する。燃料は燃料ポンプ9から制御器に送られる。電磁弁はコントロールユニット10で制御される。燃料圧力は300kPaである。弁83のオン時間を長くすると燃料量が増す。

【0018】エンジンの始動スイッチが入るとユニット10が弁83を開き、改質器7の触媒71に燃料を送る。一方、ヒータ72の電流が流れ触媒を加熱する。空気量制御器82が作動し所定の空気を触媒71に送る。これにより触媒71の作用で炭化水素燃料が改質され水素と一酸化炭素が造られる。これらのガスは各ノズル6に分配される。改質器7には公知の部分酸化法を用い、図6にその詳細を示す。この反応は発熱反応であるため、多量の熱を外部から加えてやる必要がない。炭化水素C_nH_{2n}、酸素O₂が反応し、

【0019】

【化1】

…(化1)

を遮断する。

【0022】改質ガスには、H₂が20%、COが20%、CO₂が4%、O₂が0.2%、N₂が56%含まれる。

【0023】図1において、吸気管41には通常の噴射弁4が取り付けられている。弁4に作用する燃料の圧力はレギュレータ91によって制御される。噴射弁4からも空気量に比例した燃料がシリンダ1に供給される。噴射弁4の噴流は図1のAで示すように吸気弁5の点火プラグ11の方を向いているのでシリンダ1の中央部に供給される。これに対しガスノズル6から噴出した水素ガスはBのようにシリンダ1の壁面に沿うように供給される。従ってシリンダ1、ヘッド2、ピストン3の表面は水素ガスの薄い膜でおおわれる。

【0024】壁面の消炎層の厚さは1mm程度である。今シリンダ1のボア径を70mm、ストロークを70mmとするとシリンダ1の容積は267cm³となる。これに対し

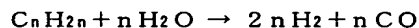
消炎層の容積は 2.3 cm^3 となる。

【0025】いま、燃料を C_8H_{18} とすると 1 モルの燃料から 8 モルの水素が作られる。燃料 1 モルの重さは 112 g である。空気はこの 10 倍となるので 1120 g となる。これは約 40 モルとなる。図 2 において消炎層 12 の容積は 8.6 % である。従って燃料のうち 8.6 % を水素に変換し消炎層 12 に供給すれば均一混合気がシリンダ 1 内に形成される。上に述べたように水素の場合はガソリンに比べモルが増大する。すなわち、消炎層に発生した水素を供給すると、混合気の容積が増大するので実際はこれより少ない燃料で消炎層 12 を形成することができる。また、水素はガソリンに比べ可燃範囲が広いので燃料の割合を少なくすることができる。

【0026】シリンダ 1 中のバルク 28 のガスの割合は空気 40 モルに対しガソリン 1 モルである。従って、ガソリン 1 に対する容積は 41 である。これに対し消炎層 12 のガソリン 1、すなわち水素 8 に対する容積は 48 となる。すなわち、20 % 程度容積が増える。消炎層 12 の厚さを同じとすると 20 % 程度消炎層 12 の燃料が低減される。消炎層 12 の割合は 8.6 % であるので 1.72 % の燃料が低減できる。さらに水素は可燃範囲が広いので消炎層 12 内の燃料の濃度を低減することができる。消炎層 12 には 6.9 % の燃料が存在するがこれを半分にしても可燃範囲である。従って、3.5 % の燃料をさらに低減することができる。

【0027】バルク 28 にはガソリンが供給されるので消炎層 12 には 3.5 % の燃料を供給すれば良い。また高速運転時には消炎層 12 の厚さが回転数に反比例して小さくなるので水素の量は少なくても良い。600rpm の時の燃料を 1 とすると図 3 に示すようにそのときの水素は 0.035 である。600rpm のときは燃料は 10 になるが水素は 3.5 % の 0.35 ではなく消炎層の厚さが $1/10$ になっているので 0.034 ですむ。従って改質器 7 からは運転状態に関わらず常に 0.035 の割合の燃料を供給すればよい。回転が 600rpm より低い始動時には消炎層 12 が厚くなり完全に炭化水素燃料の残存を防止する。

【0028】図 4 でガスノズル 6 はシリンダ 1 の中心軸 C に対し E の傾きで取り付けられる。従ってガス流 B はシリンダ 1 の D に衝突し上下左右に膜となって広がる。D は図 4 に示すように吸気弁 5 を通ってシリンダ 1 にはいる吸気流 G が上下に分岐する近くである。E は 45 度以上である。これより小さいと上方に向かうガスの量が *



水素 H_2 と一酸化炭素 CO が生成される。

【0034】排気管 31 側に設けられた導入管 32、33 は、排気ガス圧力により排気ガスを改質器 30 に導入する。導入管 32 より導入された排気ガスは、流量制御弁 34 により一定量が管 101 に送られる。燃料タンク 113 の燃料は、ポンプ 93 によって加圧され、流量制

* 少なくなりシリンダヘッドの消炎層 12 が薄くなる。シリンダ 1 を上方からみた構成を図 5 に示す。ノズル 6 のガス流 B は壁面 D に衝突しスワール F によって壁面に沿って流される。

【0029】図 5 でシリンダ 1 にもう一つの吸気弁 51 が設けられているときは吸気弁 5 のスワールが弱くなるのを防止するため吸気弁 51 の動作を低速運転時に停止する。

【0030】改質器 7 に供給される燃料の量は運転状態に関わらず一定であるので常に安定したガスを造ることができる。改質器 7 の圧力を 200 kPa とすると吸気管 41 の圧力が運転状態によって変化したときノズル 6 からの流量が変化する。高負荷で吸気管 41 の圧力が高くなり流量が低下する。しかしこのときは燃焼が早くなり消炎層の厚さも薄くなっているのが都合がよい。図 1 で改質器 7 の下流に圧力調節器 62 が設けられ吸気管 41 の圧力の変動に関わらず改質器 7 の圧力を一定に維持する。このとき空気量制御器 82、燃料量制御器 81 によって改質器にはいる空気量/燃料量比が一定に維持される。この比は 5 程度である。このとき改質器 7 の温度が多少変化するのでヒータ 72 で一定温度に維持する。

【0031】改質ガスの量を一定にするためには吸気管 41 の圧力の変動に応じて流量制御弁 63 を制御し流量を一定にする。このとき空気量制御器 82、燃料量制御器 81 から供給される空気量、燃料量が一定なら改質器 7 の圧力、温度は一定に維持される。改質器 7 の圧力、温度が運転状態によって変化しないので運転状態に関わらず一定の改質ガスがシリンダ 1 に遅れなく供給される。しかし主燃料の方は一般に空気量の変化に対して遅れるので排気管に取り付けられた触媒の排ガスの濃度が理論混合比になるように閉ループ制御される。排気の触媒が三元触媒の時は理論混合比に制御されるが、それ以外の所定の混合比に制御する場合もある。希薄混合気運転の時は空燃比が 22~25 程度で閉ループ制御される。

【0032】図 7 に、別の改質器 30 をエンジンに装着した実施例を示す。改質器 30 には公知の燃料改質方法を用いる。これは排気ガスから反応に必要な水 H_2O と熱を得て、改質触媒 36 により反応を行わせる。炭化水素 C_nH_{2n} 、水 H_2O が反応し、

【0033】

【化 2】

… (化 2)

御弁 105 により一定量が燃料加熱管 39 に送られ、管 101 で混合気となり、熱伝導管 106 へ送られる。一方、導入管 33 より導入された排気ガスは熱伝導管 106 と燃料加熱管 39 を加熱し排出管 38 より排出される。熱伝導管 106 内に内装された改質触媒 36 は、熱伝導管 106 より熱を受け取り活性化し、混合気を改質

し、水素と一酸化炭素を発生させる。始動時を含む改質触媒36の温度が改質反応を起こすのに十分な温度帯にない場合には、加熱ヒータ37a、37bおよび流量制御弁35を起動させ、コントロールユニット50により、温度を制御する。生成された改質ガスは分岐部61を通りノズル6よりシリンダ1へ同様に供給される。管38は導入管33から離れた位置で排気管31と合流する。また、合流部53をベンチュリ管の構造にすることにより効果的に管38から排気管31へ加熱に使われた排気ガスを戻すことができる。

【0035】請求項8に対する実施例を示す。図1に示されるような内燃機関の吸入過程で、図8(a)に示すように吸気弁5の開放度が小さければ、吸入空気の流れは大きく、図8(b)に示すように開放度が大きければ、吸入空気の流れは小さい。そこで図9に示すように、吸気弁開放初期66aにおいては、吸気弁の開放度を小さめにし、高速な吸入空気の流れを誘発し、シリンダ内に強力なスワールを発生させる。この直後に主燃料の多くを噴射して、高速流により主燃料の微粒化を促進すると共に、主燃料の消炎層への侵入を減らす。吸気弁開放後期66bでは、吸気弁の開放度を大きくし、必要な空気流量を確保する。図10に、その実施装置を示す。吸気弁5の開放度を変えるには、吸気弁を起動するカム125の形状を、従来のカムの断面形状120から段付きカムの断面形状121のようにすれば良い。カムの形状変更はカム取付軸124をカムの回転方向と垂直方向にスライドさせることにより行い、必要とする断面形状にまで無段階に変化させる。段の数は2以上でも良い。

【0036】図11に、請求項6に対する実施例を示す。シリンダ1は通常の間筒状でスキューシュが生じない平らなヘッド2と平らなピストン3が配置されている。吸気弁5の近くに公知の燃料噴射弁4が設けられている。各シリンダ内の上部壁に改質ガスがシリンダ1壁面に45度以上の角度で直接入射衝突するようにノズル140が取り付けられ、その上流に逆止弁141、流量制御弁142、燃料改質器7が設けられている。流量制御弁142は燃料噴射弁4と同期して作動する。また、逆止弁141は、シリンダ内からの逆流を防止する。ガスノズル140から射出された改質ガスはシリンダ1に衝突し、シリンダ1、ヘッド2、ピストン3の壁面に沿うように供給され、改質ガスの薄い層で覆われる。燃料改質器7は改質器30であっても良い。ノズル140は図12に示すようにシリンダヘッドに平行な旋回を与えるものであっても良い。また、ノズルが複数あっても良い。

【0037】請求項9、10、11に対する実施例を示す。図1に示されるような内燃機関の吸入過程で、図13(a)に示すように、改質ガスを吸気過程全般にわたって行うことにより、シリンダ内の消炎層全般に改質ガ

ス層145、その内側に主燃料層を生成することができる。図13(b)に示すように、改質ガスを吸気過程前半に行うことにより、シリンダ内の消炎層のピストン3付近に改質ガス層145を生成することができる。図13(c)に示すように、改質ガスを吸気過程後半に行うことにより、シリンダ内の消炎層のシリンダ壁付近に改質ガス層145を生成することができる。図13(d)に示すように、改質ガスを吸気過程後半に行うことにより、シリンダ内の消炎層のヘッド2付近に改質ガス層145を生成することができる。点火プラグ11付近に改質ガス層を生成することは、始動時など主燃料の点火性が悪い場合に点火性を向上させることができる。図13(e)に示すように、改質ガスを吸気過程前期と後期に分けて行うことにより、シリンダ内の消炎層のヘッド2付近とピストン3付近に改質ガス層145を生成することができる。図14に回路図を示す。燃料噴射弁、改質ガス噴射弁は運転状況に応じてCPUによりコントロール制御される。

【0038】

【発明の効果】本発明により、内燃機関において、大型の触媒コンバータを装着することなく、少量の改質ガスにより炭化水素の排出を安定的に低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の系統図。

【図2】シリンダ内の断面図。

【図3】回転数と消炎層厚さと燃料量との関係の説明図。

【図4】シリンダの断面図。

【図5】シリンダの水平断面図。

【図6】燃料改質器の断面図。

【図7】第二実施例の系統図。

【図8】吸気弁付近の断面図。

【図9】吸気弁開度の説明図。

【図10】吸気弁起動カムの形状の説明図。

【図11】シリンダの断面図。

【図12】シリンダの水平断面図。

【図13】改質燃料噴射時期の説明図。

【図14】改質燃料噴射時期の説明図。

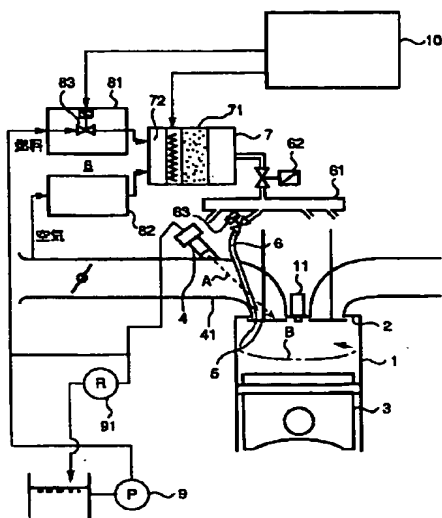
【図15】回路のブロック図。

【符号の説明】

1…シリンダ、2…ヘッド、3…ピストン、4…燃料噴射弁、5…吸気弁、6…ガスノズル、7…燃料改質器、8…燃料-空気量制御装置、9…燃料ポンプ、10…コントロールユニット、11…点火プラグ、41…吸気管、61…分岐部、62…圧力調節器、71…触媒、72…ヒータ、81…燃料制御器、82…空気量制御器、83…電磁弁、91…レギュレータ。

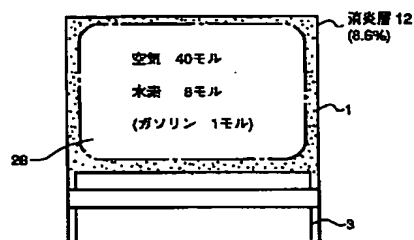
【図1】

図 1



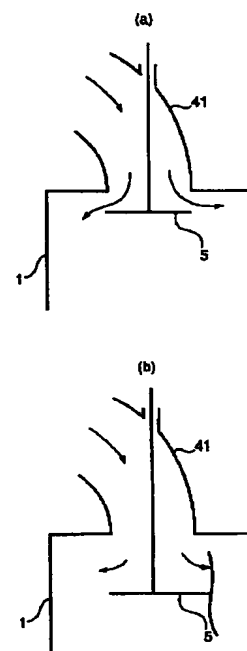
【図2】

図 2



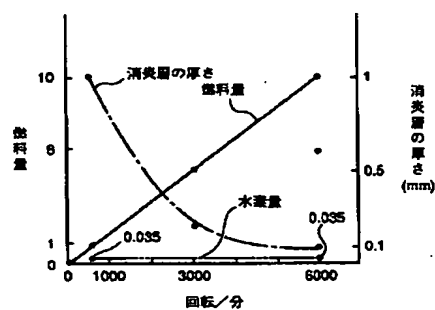
【図8】

図 8



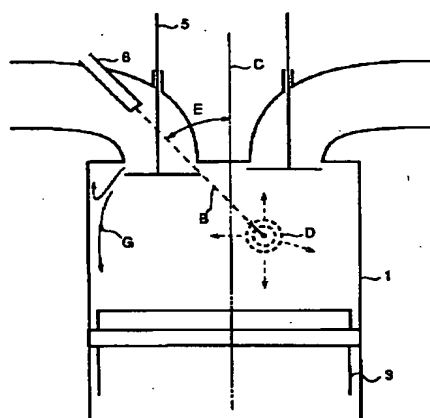
【図3】

図 3



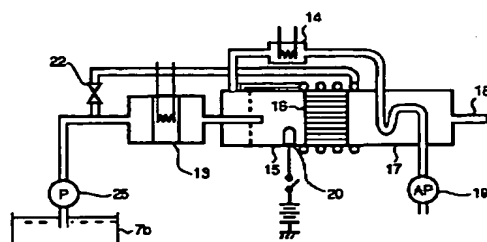
【図4】

図 4



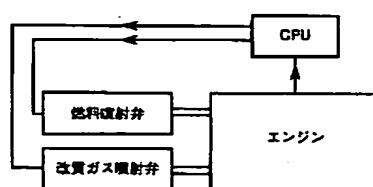
【図6】

図 6



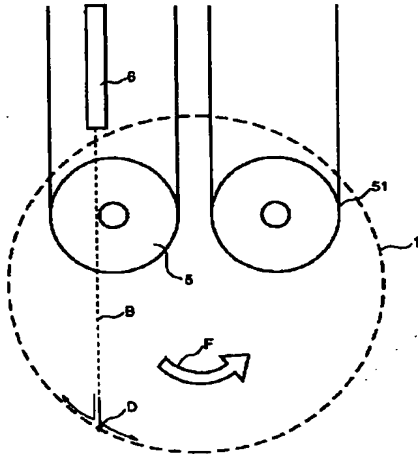
【図15】

図 15



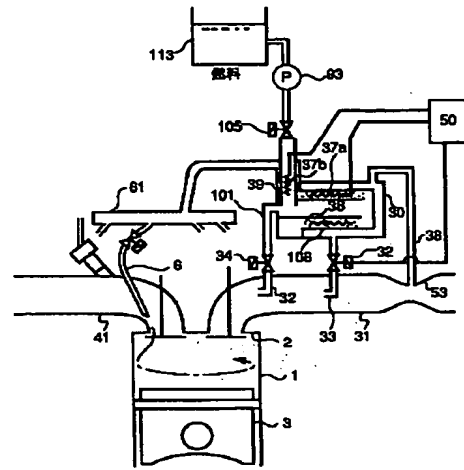
【図5】

図 5



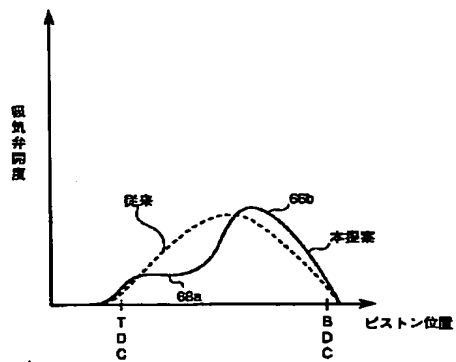
【図7】

図 7



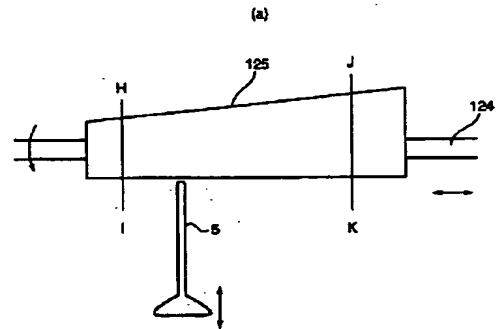
【図9】

図 9



【図10】

図 10



(b)

H-断面

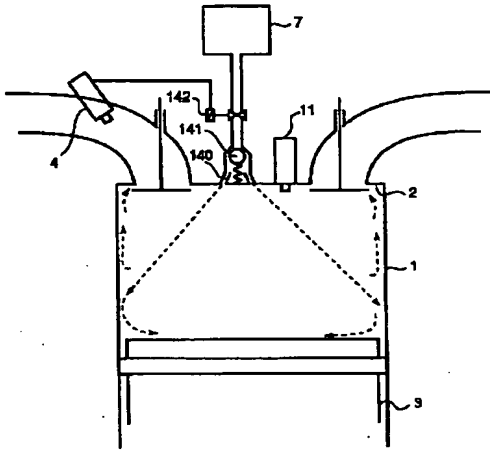


J-K断面



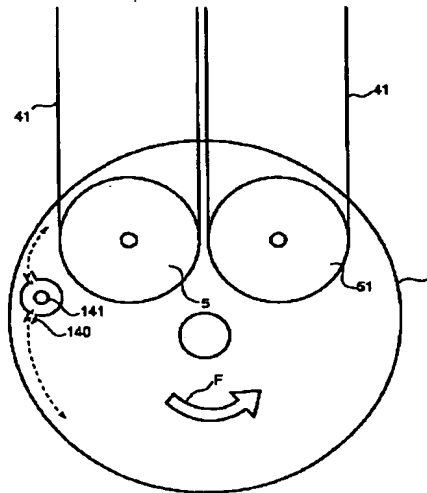
【図11】

図 11



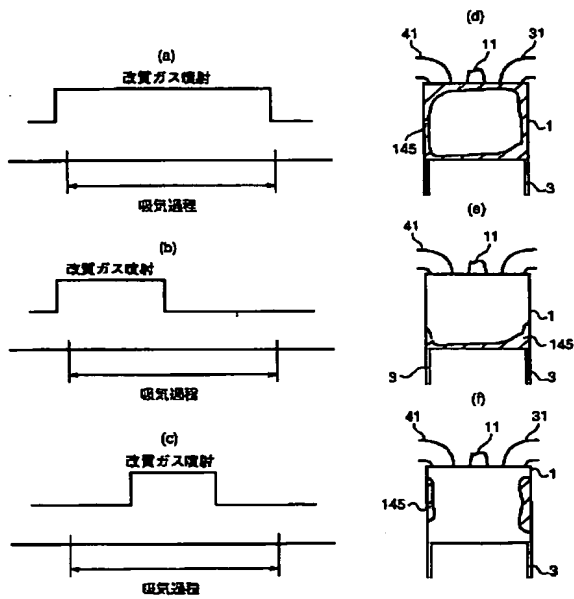
【図12】

図 12



【図13】

図 13



【図14】

図 14

